



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11039486 A**(43) Date of publication of application: **12.02.99**(51) Int. Cl. **G06T 7/00**(21) Application number: **09199000**(22) Date of filing: **24.07.97**(71) Applicant: **RICOH CO LTD**(72) Inventor:
ASANO YUKI
IMAGAWA SUSUMU
HINO MAKOTO
KAGITANI KENJI**(54) PICTURE QUALITY EVALUATING METHOD FOR IMAGE**

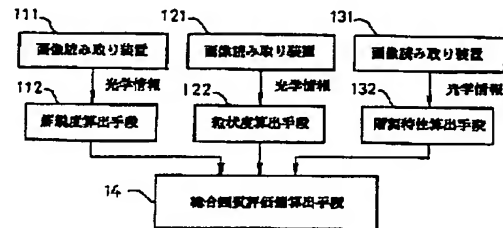
linear equation including those definition, granularity, and gradation characteristics as variables.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate image quality with good correlation with human sensations and to enables quantitative total picture quality evaluation by evaluating the image quality by using a total evaluation value obtained from definition, granularity, and gradation properties of the image to be evaluated.

SOLUTION: To obtain the total image evaluation value, a ladder pattern of different spatial frequency is read by, for example, an image reader 111 and the value obtained by correcting its frequency characteristics is regarded as definition 112. For example, image information to be evaluated is read by an image reader 121 to find a spatial frequency component of the image to be evaluated and the value obtained by multiplication by human visual frequency characteristics, integration in a frequency area, and correction with the mean lightness, etc., of the image is decided as granularity 122. Further, the value calculated on the basis of a measurement of a lightness difference, etc., sensed for an image outputted at an adjacent gradation level is regarded as gradation characteristics 132. Then the total picture quality evaluation value is found from a



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-39486

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月12日

(51) Int.Cl.⁸

G 0 6 T 7/00

識別記号

F I

G 0 6 F 15/70

15/62

3 1 0

4 1 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-199000

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月24日

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 浅野 由紀

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 今河 進

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(72) 発明者 日野 真

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 弁理士 高野 明近 (外1名)

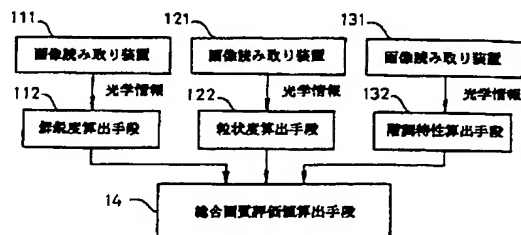
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像の画質評価方法

(57) 【要約】

【課題】 各種カラー画像出力機（カラープリンタ）等の画像について、人間が感じる総合的な画像品質を人間の感覚と相関良く定量的に、かつ、安定的でより高精度に評価すること。

【解決手段】 被評価画像の鮮鋭度、粒状度、階調特性をそれぞれ変数とする線形方程式から算出された値を総合画質評価値とし、該総合画質評価値により画像品質を評価する画像評価方法。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被評価画像の鮮鋭度、粒状度、階調特性から総合画像評価値を得、該総合評価値により画像品質を評価することを特徴とする画像評価方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の画像評価方法において、鮮鋭度は鮮鋭度算出手段により算出され、該鮮鋭度算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて空間周波数成分を算出する空間周波数成分算出手段と、空間周波数成分算出手段の出力に視覚系の空間周波数特性に応じた補正を行う空間周波数特性補正手段と、空間周波数特性補正手段から得られる値を積分する積分手段と、から成ることを特徴とする画像評価方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の画像評価方法において、粒状度は粒状度算出手段により算出され、該粒状度算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて空間周波数成分を算出する空間周波数成分算出手段と、該空間周波数成分算出手段の出力に視覚系の空間周波数特性に応じた補正を行う空間周波数特性補正手段と、該空間周波数特性補正手段から得られる値を積分する積分手段と、該積分手段から得られる値に前記光学情報の平均特性に応じた補正を行う平均特性補正手段と、から成ることを特徴とする画像評価方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の画像評価方法において、階調特性は階調特性算出手段により算出され、該階調特性算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて隣接する階調レベル間の前記光学情報の差を算出する差分算出手段と、該差分算出手段の出力に前記光学情報に対する人間の認知限界に応じた補正を行う認知限界補正手段と、該認知限界補正手段から得られる値を全階調レベルで積分する積分手段と、から成ることを特徴とする画像評価方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載の画像処理方法において、鮮鋭度、粒状度及び階調特性はそれぞれ請求項 2, 3, 4 項記載の鮮鋭度算出手段、粒状度算出手段及び階調特性算出手段によって算出されるとともに、前記総合画像評価値は前記鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数を変数とした線形方程式から算出されることを特徴とする画像評価方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の画像評価方法において、前記線形方程式を構成する鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数の値は、所定の定数でべき乗に補正した値であることを特徴とする画像評価方法。

【請求項 7】 請求項 6 記載の画像評価方法において、前記線形方程式の係数は、画像種によって異なることを特徴とする画像評価方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種カラー画像出力機（カラープリンタ）等の画像の定量的画質評価、もしくは機種別の性能評価のための画像評価方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】画像品質を評価する方法としては、画像自体が持つ画像品質の劣化要因を測定する物理評価と、画像品質に対して人間が感じる感覚を数値化する心理評価とがあり、心理評価は、例えばラインの製造工程で評価画像を現見本と見比べることによる製品の最終検査、及び製品の性能評価などに広く用いられている。しかしながら、目視による画像評価では検査者が異なったり、検査者の疲労があったりすると検査結果が異なってしまう欠点があり、このような画像品質評価方法では定量的、かつ安定的な評価結果は得られない。

【0003】物理評価については、例えば、画像に含まれるノイズ（明るさ、色変動）を評価することを目的として、2 次元的な位置情報と光学的情報を含む被画像情報成分を色彩成分に変換し、その変換された 2 次元情報を周波数解析により 2 次元空間周波数情報に変換し、2 次元空間周波数情報を 1 次元化した後、人間の視覚の周波数特性に対応した補正を加えるものが知られている（特開平 5 - 2 8 4 2 6 0 号公報参照）。画像に含まれるノイズは目視上“ざらつき”として感じられ粒状性とも呼ばれる。

【0004】また、例えば、画像のエッジの鋭さを評価することを目的として、被評価用画像の光学情報より断面の濃淡分布成分を得て、濃淡分布成分を周波数解析によって空間周波数情報に変換した後、人間の視覚の周波数特性に対応した補正を加えるものが知られている（特開平 7 - 3 2 5 9 2 2 号公報参照）。画像のエッジの鋭さは目視上、鮮鋭性と呼ばれる。

【0005】しかしながら、発明者の実験によれば、総合的な画像品質に対する人間の感覚は色々な要因が複雑に寄与しており、上記のように単純に粒状度、または鮮鋭度などの個々の画像品質の劣化要因のみでは表わせないことが分かった。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、画像の総合的な画質を人間の感覚と相関良く評価することにより、安定的でより高度な評価方法を提供することを目的とするものである。

【0007】請求項 1 の発明は、心理物理量である鮮鋭度、粒状度、及び階調特性を用いて、人間の感覚と相関良く画像品質を評価し、かつ定量的な総合画質評価を得ることを目的とするものである。

【0008】請求項 2 の発明は、請求項 1 の発明において、人間の画質に対する心理評価との相関が高い鮮鋭度を用いることにより、総合画質評価の精度を向上させることを目的とするものである。

【0009】請求項3の発明は、請求項1の発明において、人間の画質に対する心理評価との相関が高い粒状度を用いることにより、総合画質評価の精度を向上させることを目的とするものである。

【0010】請求項4の発明は、請求項1の発明において、人間の画質に対する心理評価との相関が高い階調特性を用いることにより、総合画質評価の精度を向上させることを目的とするものである。

【0011】請求項5の発明は、請求項2から4の鮮鋭度、粒状度、及び階調特性算出手段で得られた値を用いて目視上、画像の“ざらつき”を表す鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び目視上、画像の“ぼけ”を表す鮮鋭度の逆数を変数とした線形方程式から算出される値により、画像のより高精度な総合画像評価を得ることを目的とするものである。

【0012】請求項6の発明は、請求項5の鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数の値を、所定の定数のべき乗で補正した値を用いることにより、総合画質評価の精度を向上させることを目的とするものである。

【0013】請求項7の発明は、請求項6の線形方程式の係数を画像種ごとに適した値を用いることにより、画像の総合的な画質評価値を画像種ごとに評価することを目的とするものである。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、被評価画像の鮮鋭度、粒状度、階調特性から総合画像評価値を得、該総合評価値により画像品質を評価する画像評価方法である。

【0015】請求項2の発明は、請求項1記載の画像評価方法において、鮮鋭度は鮮鋭度算出手段により算出され、該鮮鋭度算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて空間周波数成分を算出する空間周波数成分算出手段と、空間周波数成分算出手段の出力に視覚系の空間周波数特性に応じた補正を行う空間周波数特性補正手段と、空間周波数特性補正手段から得られる値を積分する積分手段と、から成る画像評価方法である。

【0016】請求項3の発明は、請求項1記載の画像評価方法において、粒状度は粒状度算出手段により算出され、該粒状度算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて空間周波数成分を算出する空間周波数成分算出手段と、該空間周波数成分算出手段の出力に視覚系の空間周波数特性に応じた補正を行う空間周波数特性補正手段と、該空間周波数特性補正手段から得られる値を積分する積分手段と、該積分手段から得られる値に前記光学情報の平均特性に応じた補正を行う平均特性補正手段と、から成る画像評価方法である。

【0017】請求項4の発明は、請求項1記載の画像評

価方法において、請求項1記載の画像評価方法において、階調特性は階調特性算出手段により算出され、該階調特性算出手段は、被評価画像の濃度情報、明度情報、または色度情報のうち少なくとも一つの光学情報を用いて隣接する階調レベル間の前記光学情報の差を算出する差分算出手段と、該差分算出手段の出力に前記光学情報に対する人間の認知限界に応じた補正を行う認知限界補正手段と、該認知限界補正手段から得られる値を全階調レベルで積分する積分手段と、から成る画像評価方法である。

【0018】請求項5の発明は、請求項1記載の画像評価方法において、鮮鋭度、粒状度及び階調特性はそれぞれ請求項2、3、4項記載の鮮鋭度算出手段、粒状度算出手段及び階調特性算出手段によって算出されるとともに、前記総合画像評価値は前記鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数を変数とした線形方程式から算出される画像評価方法である。

【0019】請求項6の発明は、請求項5記載の画像評価方法において、前記線形方程式を構成する鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数の値は、所定の定数でべき乗に補正した値である画像評価方法である。

【0020】請求項7の発明は、請求項6記載の画像評価方法において、前記線形方程式の係数は、画像種によって異なる画像評価方法である。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明は、被評価用画像と被評価用画像の入力装置とコンピュータによって構成される。図1から5は、この発明の画像評価方法を実現するプロセスの一例を示している。

【0022】まず、請求項1の発明について説明する。図1は、本発明の総合画像評価値を得るためのプロセスの一例を概略的に示するものであり、この発明においては、被評価画像と同じ条件で出力された測定用画像を用いて、前記鮮鋭度、粒状度、及び階調特性の測定を行う。

【0023】ここで、鮮鋭度の測定法としては、例えばマイクロデンシトメータ等の画像読み取り装置111で空間周波数の異なるラダーパターンを読み取り、一般にMTFと呼ばれる空間周波数特性を人間の視覚周波数特性で補正した値を鮮鋭度112とする方法などがある。

【0024】粒状度の測定法としては、例えば被評価用画像の2次元の位置情報、及びRGB信号情報をドラムスキャナ等の画像読み取り装置121から読み取り、被評価用画像の空間周波数成分を求め、人間の視覚周波数特性を乗じて周波数領域で積分を行い、さらに得た値に画像の平均明度または濃度に対する補正を行い、これによって得た値を粒状度122とする方法などがある。

【0025】階調特性の測定法としては、例えば隣接する階調レベルで出力した画像に対して知覚される明度差または濃度差などを測定する方法がある。また、一般に

入出力の階調が離散性をもつプリンタやデジタル画像処理系における、入力レベルに対する出力レベルの相対的な数値関係や入出力曲線（ γ 曲線）を階調特性と言う場合もある。

【0026】鮮鋭度、粒状度、及び階調特性の測定方法、及び導出方法は上記に挙げた例の他にも種々の方法が提案されているがそれらを用いても良く、また、鮮鋭度、粒状度、及び階調特性を得るための測定物理量として、上記に挙げた例の他にも濃度を用いるか明度を用いるか等により種々の方法が提案されており、それらを用いても良い。鮮鋭度、粒状度、及び階調特性を得るための測定用画像を読み取るための装置111、121、131として、上記に挙げた例の他にもマイクロデンシトメータやドラムスキャナ、測色計、濃度計などが一般に挙げられるがそれらを用いても良い。さらに、上記に挙げた例の他にも空間周波数成分の導出方法や人間の視覚特性による補正の仕方や画像の平均特性に対する補正の仕方は種々の方法が提案されており、それらを用いても良い。いずれにしても、請求項1の発明は、測定された*

$$(\text{鮮鋭度}) = Q_1 \int MTF(u) \cdot VTF(u) du + Q_2 \quad \text{式(1)}$$

【0030】鮮鋭度を得るための方法として上記に挙げた例の他に、測定物理量として濃度を用いるか明度を用いるか等により種々の方法が提案されており、それらを用いても良い。また、測定用画像を読み取るための装置としてはマイクロデンシトメータの他にも、ドラムスキャナやCCDカメラなどがあるがそれらを用いても良い。さらに、上記に挙げた例の他にも人間の視覚特性による補正の仕方についても種々の方法が提案されているがそれらを用いても良い。また、 Q_1 及び Q_2 は重み係数であり、発明者の実験ではそれぞれ1.0、1.0を得た。これら重み係数の値は、使用される画像読み取り装置または画像読み取り方法、測定物理量または光学情報、視覚特性補正関数または補正方法等によって異なった最適な値をとる。

【0031】請求項3の発明の粒状度を得るためのプロセスを図3を例にとって説明する。被評価用画像と同じ※

$$(\text{粒状度}) = h(\bar{L}) \cdot P_L \int G_L(f) \cdot VTF(f) df + P_M \int G_M(f) \cdot VTF(f) df + P_H \int G_H(f) \cdot VTF(f) df + c \quad \text{式(2)}$$

但し、 $h(\bar{L})$ は被評価用画像の平均明度 \bar{L} に対する補正関数であり、ここで

発明者は次の補正式

$$h(\bar{L}) = \exp(0.01044159 \cdot \bar{L} + 0.89780100) \quad \text{式(3)}$$

【0034】を用いたが、式(3)の他にDooley&ShawやSakataの補正関数や画像の前記光学情報に対するその他の平均特性に対する補正関数を用いても良い。

*前記鮮鋭度112、粒状度122、及び階調特性132を用いて、人間が感じる総合的な画像品質を人間の感覚と相関良く表す総合画質評価値14を得る方法である。

【0027】次に、請求項2の鮮鋭度を得るための具体的な実施の態様を図2を参考に説明する。図6は測定物理量（濃度）の測定方法の一例を説明する図である。図6において、61は空間周波数の異なるラダーパターンであって、画像読み取り装置21、例えば、マイクロデンシトメータはその断面62の濃度情報を走査方向63に沿って読み取り、それによって、一般にMTFと呼ばれる線などのエッジの鋭さの特性を表す成分の空間周波数成分22、MTF(u)を求める。さらに、前記空間周波数成分に人間の視覚周波数特性23、VTF(u)を乗じて周波数領域で積分を行い24、得た値に適当な重み付けをして得た値25を鮮鋭度としている。

【0028】例えば、鮮鋭度は以下のように表せる。

【0029】

【数1】

※条件で出力された測定用画像の2次元の位置情報、及びRGB信号情報を画像読み取り装置31、例えば、ドラムスキャナから読み取り、 $L^*a^*b^*$ 表色系32に変換する($G_L(x,y), G_a(x,y), G_b(x,y)$)。さらに、前記 $L^*a^*b^*$ 表色系成分に対し、フーリエ変換33を行うことによって $L^*a^*b^*$ 表色系成分の空間周波数成分を求め($G_L(u,v), G_a(u,v), G_b(u,v)$)、計量の簡略のために1次元に変換し34、得た空間周波数成分($G_L(f), G_a(f), G_b(f)$)に、人間の視覚周波数特性35、VTF(f)を乗じて周波数領域で積分を行い36、得た値に画像の平均明度に対する補正を行い37、得た値に適当な重み付けをして得た値38を粒状度としている。

【0032】例えば、カラー粒状度は以下のように表せる。

【0033】

【数2】

【0035】粒状度を得るための方法として上記に挙げた一例の他に、測定物理量としてRGB信号を用いるか濃度を用いるか等があるがそれらを用いても良い。ま

た、測定用画像を読み取るための装置としてはマイクロデンシトメータの他にも、ドラムスキャナやCCDカメラなどがあるがそれらを用いても良い。また、上記の例では、測定物理量を $L^*a^*b^*$ 表色系の成分に変換したが、代わりとして $L^*u^*v^*$ 表色系などを用いても良い。さらに、 $L^*a^*b^*$ 表色系の空間周波数成分を得るためにフーリエ変換による方法を用いたが、ウェーブレット変換による方法などを用いても良い。また、上記の例では計算の簡略のために $L^*a^*b^*$ 表色系の2次元の空間周波数成分 $((G_L(u,v), G_a(u,v), G_b(u,v)))$ を1次元に変換したが $((G_L(f), G_a(f), G_b(f)))$ 、1次元への変換を行わずに2次元の空間周波数成分に人間の2次元視覚特性による補正を行い、得た値を用いても良い。また人間の視覚周波数特性に対する補正は、 $L^*a^*b^*$ 表色系の2次元の空間周波数成分 $((G_L(u,v), G_a(u,v), G_b(u,v)))$ を1次元に変換した後に行っても良いし、変換する前に行っても良い。また人間の視覚特性による補正の仕方や、画像の平均特性に対する補正の仕方についても上記に挙げた例の他にも種々の方法が提案されているがそれらを用いても良い。

【0036】重み P_L , P_a , P_b は発明者の実験ではそれぞれ、1.4052225, 1.1455834, 0.5479813であり、定*

$$(\text{階調特性}) = \sum \left\{ R_i \cdot \frac{\text{隣接する階調レベル間での明度差}}{\text{明度のJND}} + R_i \right\} \quad \text{式(4)}$$

【0040】但し、和は階調の全レベルで取る。

【0041】測定物理量として、RGB信号を用いるか濃度を用いるか等があるがそれらのいずれを用いても良い。また、測定用画像を読み取るための装置としてはマイクロデンシトメータの他にも、ドラムスキャナやCCDカメラなどがあるがそれらを用いても良い。また、上記例では、測定物理量を $L^*a^*b^*$ 表色系の成分に変換し明度成分を求めたが、その他に $L^*u^*v^*$ 表色系などに変換しても良い。また光学情報として、明度成分の代わりに濃度成分や色度成分などを用いても良い。さらに、人間の認知限界の導出方法として種々の方法が提案されているがそれらを用いても良い。

【0042】重み R_1 , R_2 は発明者の実験ではそれぞれ、0.148, 0.148であり、また、人間の視覚の認知限界(JND)の値は0.27を用いたが、これらは使用される画像読み取り装置または画像読み取り方法、測定物理量または光学情報、表色系、及び人間の認知限界導出方法やその値(JND)等によって異なった最適値をとる。

【0043】請求項5の発明は下記の例に示すように、※

$$(\text{画像の画質}) = a \left[\frac{1}{\text{鮮鋭度}} \right]^\alpha + b \left[\text{鮮鋭度}^\beta \cdot \text{粒状度}^\gamma \cdot \text{階調特性}^\delta \right] + d \quad \text{式(5)}$$

【0047】但し a , b , d , α , β , γ , δ は使用される鮮鋭度、粒状度、階調特性の導出方法における画像読み取り装置または画像読み取り方法、測定物理量また

*数 c は-0.261728であった。これらは使用される画像読み取り装置または画像読み取り方法、測定物理量または光学情報、表色系、視覚特性補正関数または補正方法、及び画像の平均特性に対する種々の補正式または補正方法等によって異なった最適値をとる。

【0037】請求項4の階調特性を得るための実施の態様を本発明の階調特性を得るためのプロセスを示す図4を参考に説明する。被評価用画像と同じ条件で出力された測定用画像のYMC K各色の2次元の位置情報、及びRGB信号情報を画像読み取り装置41、例えばドラムスキャナから読み取り、 $L^*a^*b^*$ 表色系42に変換し明度成分を求める $(L_i(x,y), i=c,m,y,k)$ 。前記明度成分の隣接する階調レベル間での明度の差分 $(\Delta L_i(x,y), i=c,m,y,k)$ を算出し43、さらに前記差分を人間の明度の認知限界(JND)で割り、得た値44に適当な重み付けを施し、さらに全階調レベルで積分し、得た値45を階調特性46としている。但し、前記表色系成分の隣接する階調レベル間での明度の差が人間の明度の認知限界よりも小さい場合は明度差の値を0としている。

【0038】例えば、階調特性は次の様に表せる。

【0039】

【数3】

※鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数の値を変数とした線形方程式で総合画質評価式を構成する。ここで、鮮鋭度、粒状度、及び階調特性の導出方法は、種々の方法が提案されているがそれらを用いても良い。

【0044】本発明の総合画質評価値を得るためのプロセスの一例を示す図5を参考に、請求項6の発明の具体的方法を説明する。請求項5の鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数の値を、請求項2から4記載の鮮鋭度512、粒状度522、及び階調飛び532算出手段で得られた値から鮮鋭度の逆数を算出し513、さらにこれらの値を所定の定数のべき乗で補正し得た積514, 515, 523, 及び533を用いて、鮮鋭度の逆数514と鮮鋭度と粒状度と階調特性の積54を構成し、線形方程式に代入し総合画質評価値55を得る。

【0045】例えば、総合画質評価式は次のような形で表せる。

【0046】

【数4】

は光学情報、人間の視覚特性補正関数または補正方法、及び前記光学情報に対する補正関数または補正方法などによって異なりそれぞれ最適値をとる。

【0048】ここで、上記総合画質評価式の意味合いについて説明する。まず、第一項の“1/(鮮鋭度)”であるが、これは鮮鋭度の逆数であり、画像の“ぼけ”の度合いを表している。また発明者の経験上、画像の鮮鋭度と階調特性が画像の滑らかさに影響を与えることが分かっている。よって第二項は画像の“ざらつき”を表していると言える。請求項1から6の発明の方法を用いれば、上記2つの画質劣化要因が画像品質の決定に複雑に寄与している場合の画像の総合画質評価値を得ることができる。

【0049】請求項7の発明は、下記の例に示すように異なる画像種に対してはそれぞれ異なる適切な係数値を用いて総合画質評価値を得るものである。即ち、世の中の全ての画像の画質を、係数 a , b , d , α , β , γ , δ のある特定の値で表現することは大変困難である。ここでは、本発明を上記の例で述べた鮮鋭度、粒状度、階調特性導出方法、画像読み取り装置、種々の補正関数を使用して高精度カラーデジタル標準画像(JISX9201)から代表的な3つの画像種について総合画質評価式を求め*

$$\cdot (\text{ポートレート画像の画質の悪さ}) = 0.8874/(\text{鮮鋭度}) + 0.2887 \times (\text{粒状度} \times \text{鮮鋭度} \times \text{シアン} \text{の階調特性}^{0.7002}) - 0.7571 \quad \text{式(6-1)}$$

$$\cdot (\text{カフェテリア画像の画質の悪さ}) = 2.0587/(\text{鮮鋭度}) + 0.0067 \times (\text{粒状度} \times \text{鮮鋭度} \times \text{マゼンタ} \text{の階調特性}^{1.0000}) - 1.5985 \quad \text{式(6-2)}$$

$$\cdot (\text{自転車の画像の画質の悪さ}) = 1.0808/(\text{鮮鋭度}) + 0.9089 \times (\text{粒状度} \times \text{鮮鋭度} \times \text{マゼンタ} \text{の階調特性}^{0.2123}) - 0.9180 \quad \text{式(6-3)}$$

【0052】また、以上の説明では画像読み取り装置や画像読み取り方法として、マイクロデンストメータやドラムスキャナを挙げたが、この他にも、例えばCCDカメラなど、被評価用画像を走査して光学情報を読み取ることができるものであれば良い。

【0053】図7は、式(5)で得られた総合画質評価値(横軸)と人間の感覚値である主観評価(縦軸)との相関を示すグラフである。図7は、式(6-3)の自転車画像の例である。式(6-3)の総合画質評価式によって得られる主観評価値の予測値と実際的主観評価値との寄与率は0.9441であり、人間の感覚と高い相関を得ることができた。グラフはポイントが傾き1の直線上に並ぶほど、式(6-3)で表される予測値が主観評価値を良く表していることを示す。ここで寄与率とは相関係数の2乗であり、寄与率が1であれば、総合画質評価式は主観評価値を完全に予測する。

【0054】

【発明の効果】請求項1に対応する効果：請求項1の画像品質評価方法及び画像品質評価装置において、被評価用画像の持つ画質劣化要因の心理物理量である粒状度、鮮鋭度及び階調特性によって画像品質を評価しているので、ラインの製造工程などで今まで人間の目視によって主観的に行われていた画像の総合的な画像品質評価を定量的かつ安定的に行うことができ、また、前記心理物理量を組み合わせた量を変数としているので、人間の感覚

*たので具体例を示す。

【0050】使用した画像は、N1(ポートレート)、N2(カフェテリア)、及びN4(自転車)である。

“ポートレート”は女性の画像であり、評価式は例えば人間の視覚が最も敏感だとされる人肌や髪質の感じを評価する場合に使用される。“カフェテリア”は円形のテーブルや椅子、煉瓦や漆喰の建築物の細かな部分までを含んだ画像であり、評価式は例えば幾何学的な形状を含んだ画像の画質を評価する場合に使用される。“自転車”は白い布を背景にして、自転車や食物や画質評価用のパッチが並べられている画像であり、評価式は例えば布の織り目が作る細かな風合いと、食物、とりわけ果物の持つきめの細かな質感や滑らかさと、自転車や評価用パッチの有する細かい線のエッジの鋭さなど、一度に様々な画質劣化要因を評価したい場合に使用される。

【0051】下記式の左辺の値は、値0を理想的な画像の持つ画質の値であるとし、値が大きいほど画質が悪くなる。

と相関が良く高精度な画像評価値を得ることができる。

【0055】請求項2に対応する効果：請求項2の鮮鋭度算出手段において、前記光学情報の空間周波数成分算出手段により得られた値に視覚系の空間周波数特性に応じて補正を加えているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることができる。

【0056】請求項3に対応する効果：請求項3の粒状度算出手段において、前記光学情報の空間周波数成分算出手段により得られた値に視覚系の空間周波数特性に応じた補正を加えているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることができる。また、積分手段の出力に画像の前記光学情報の平均特性に応じた補正を加えているので、画像のもつ前記光学情報の特性に依存しない粒状度を算出できる。

【0057】請求項4に対応する効果：請求項4の階調特性算出手段において、前記光学情報の差分出力手段に対し、人間の認知限界に応じた補正をしているので、人間の感覚と相関が良く高精度な画像評価値を得ることができる。

【0058】請求項5に対応する効果：請求項2から4記載の鮮鋭度、粒状度、階調特性算出手段で得られた値を用いて画像劣化要因の心理物理量である鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び鮮鋭度の逆数を変数とした線形方程式により画像品質を評価しており、前者が目視上、画像の“ざらつき”具合を、後者が画像の“ぼけ”具

合いを表しているため、画像品質を決定する2つの画像劣化要因が複雑に寄与している場合の画像の総合的な画像評価値を定量的に得ることができる。

【0059】請求項6に対応する効果：請求項5の線形方程式において、目視上、画像の“ざらつき”を表す鮮鋭度と粒状度と階調特性の積、及び目視上、画像の“ぼけ”を表す鮮鋭度の逆数の値を、所定の定数のべき乗より補正しているため、鮮鋭度、粒状度及び階調特性が微妙に変化した場合の画像に対する人間の感覚に及ぼす影響を的確に捕らえることができる。

【0060】請求項7に対応する効果：請求項7の画像品質評価方法及び画像品質評価装置について、画像種ごとに異なる7つの係数 a 、 b 、 d 、 α 、 β 、 γ 、 δ を用いることによって、それぞれの画像種の持つ画像劣化要因の特徴にみあった画像の評価を行うことができる。

【0061】以上の説明では、高精度カラーデジタル標準画像（JISX9201）から代表的な3つの画像種：N1（ポートレート）、N2（カフェテリア）、及びN4（自転車）について具体例を示したが、この3つの画像種は人間の視覚が敏感に反応する特徴を殆ど含んでおり（人肌や髪質、食物の表面の滑らかさ、布の持つ風合い、及び幾何学模様や細い線のエッジの鋭さなど）、これらの画像種で画質を判断するだけでも人間の感覚に対してかなり良い相関を持つ評価値を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の総合画像評価値を得るためのプロセスの一例を概略的に示すブロック図である。

【図2】 本発明の鮮鋭度を得るためのプロセスの一例を示すブロック図である。

【図3】 本発明の粒状度を得るためのプロセスの一例を示すブロック図である。

【図4】 本発明の階調特性を得るためのプロセスの一例を示すブロック図である。

【図5】 本発明の総合画像評価値を得るためのプロセスの一例をより具体的に示すブロック図である。

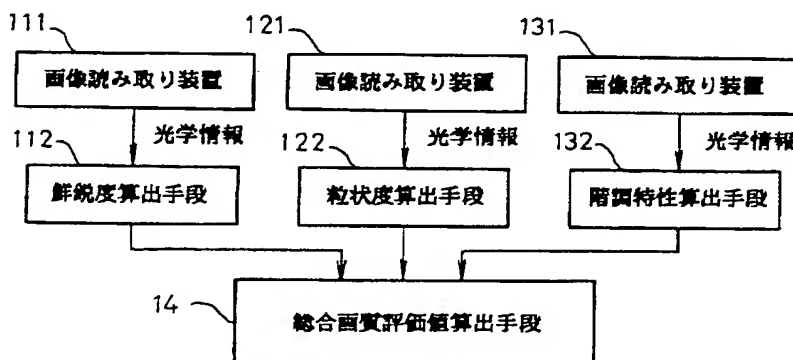
【図6】 本発明の鮮鋭度を得るための測定物理量の測定方法の一例を示す図である。

【図7】 本発明による総合画質評価値と主観評価値との相関の一例を表すグラフを示す。

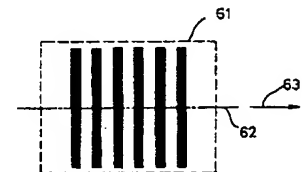
【符号の説明】

14…総合画質評価値算出手段、21、31、41、111、121、131、511、521、531…画像読み取り装置、22、33…空間周波数成分算出手段、23、35…空間周波数特性補正手段、24、36…積分手段、25、512…鮮鋭度算出手段、32、42… $L^*a^*b^*$ 表色系変換手段、34…1次元化処理手段、37…平均特性補正手段、38、522…粒状度算出部、43…差分算出手段、44…認知限界補正手段、45…重み付け手段、及び積分手段、54…鮮鋭度と粒状度と階調特性の積の算出部、55…総合画像評価値算出部、61…ラダーパターン、62…断面、63…画像読み取り装置の走査方向、112…鮮鋭度算出手段、122…粒状度算出手段、132…階調特性算出手段、513…鮮鋭度の逆数算出部、514…鮮鋭度の逆数べき乗補正手段、515…鮮鋭度べき乗補正手段、523…粒状度べき乗補正手段、533…階調特性べき乗補正手段。

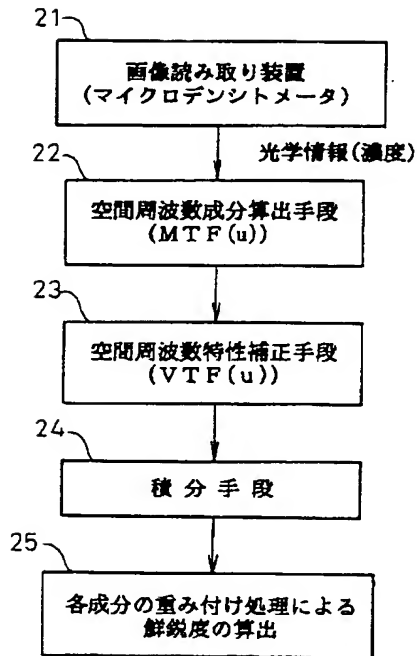
【図1】



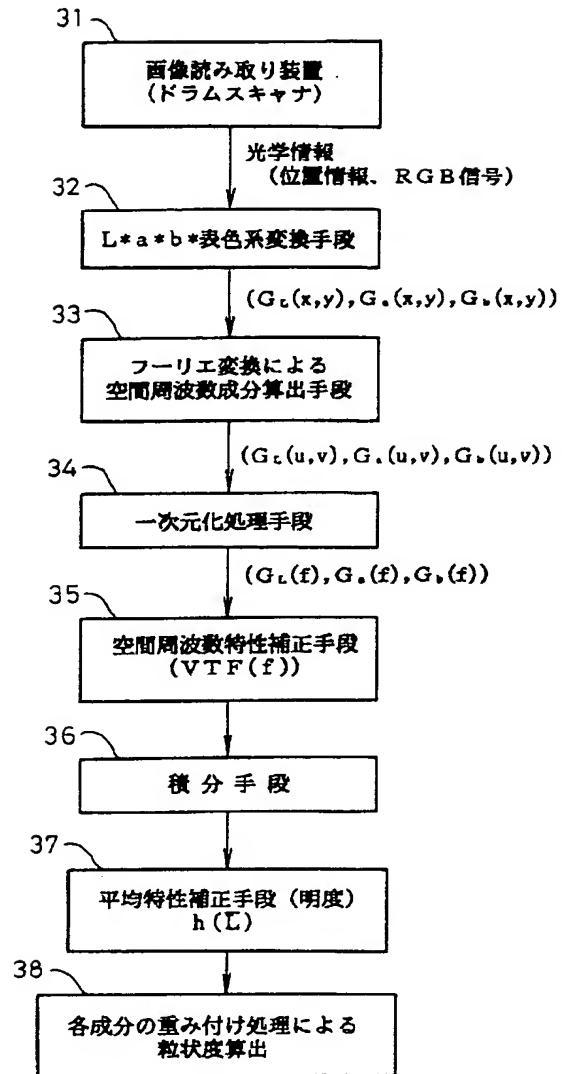
【図6】



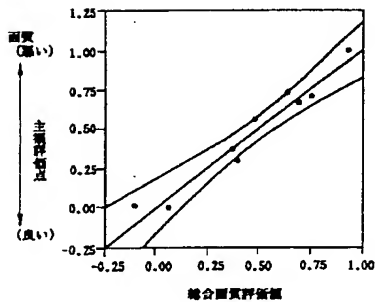
【図2】



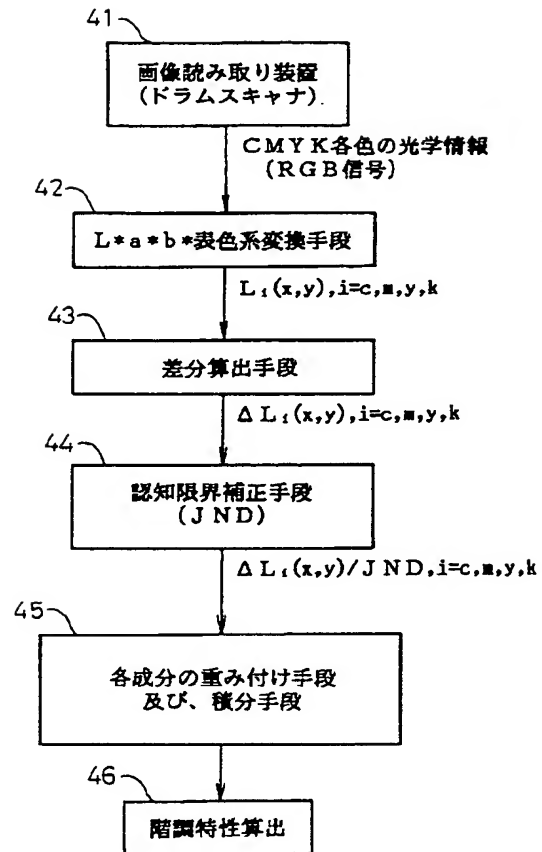
【図3】



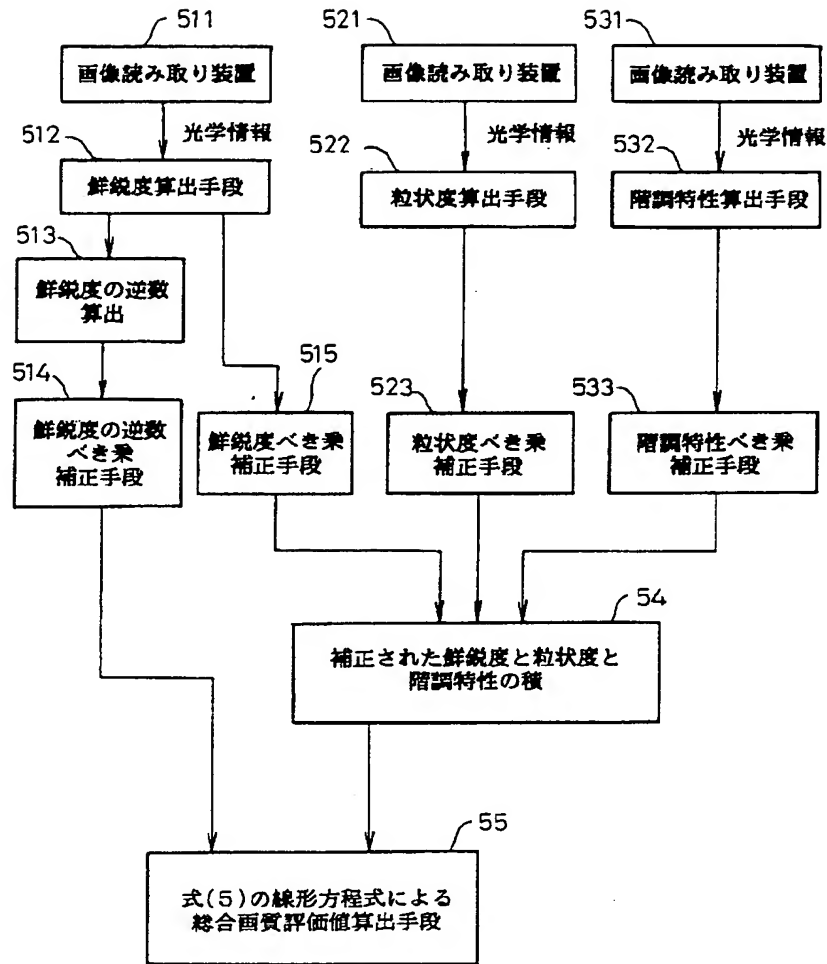
【図7】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 鎰谷 賢治
 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
 会社リコー内